



PEMULIHARAAN STRUKTUR KAYU BANGUNAN BERSEJARAH: MADRASAH IDRISIAH, KUALA KANGSAR, PERAK

SITI NORLIZAIHA HARUN *

AFZANIZAM MUHAMMAD**

NUR FAISAL BAHARUDDIN***

norliharun@gmail.com*; afzanizamm@yahoo.com** , mohdnurfaisal.727@gmail.com***

Abstrak

Madrasah Idrisiah merupakan sekolah agama DiRaja yang pertama di negeri Perak, dibina pada 1917. Bangunan utama adalah struktur kayu 2 tingkat dan telah berusia hampir 100 tahun. Pada tahun 2017, melalui peruntukan Jabatan Warisan Negara Malaysia (JWN), bangunan utama Madrasah Idrisiah telah terlibat dengan kerja-kerja pemuliharaan bangunan. Bangunan ini mengalami kecacatan struktur kayu seperti pereputan kayu disebabkan masalah kelembapan, serangan serangga, serangan kulat dan kaedah baik pulih yang tidak sesuai. Pemuliharaan struktur kayu melibatkan baik pulih tiang, rasuk, gelegar dan struktur bumbung. Kertas kerja ini membentangkan informasi berkaitan sifat kayu dan kesesuaian jenis kayu untuk kerja-kerja pembinaan. Bagi kajian kes Madrasah Idrisiah, dibentangkan kaedah dan tatacara kerja pemuliharaan yang melibatkan struktur kayu utama iaitu tiang dan rasuk. Kaedah pemuliharaan yang dicadangkan adalah gangguan paling minima dan bertujuan untuk mengukuhkan struktur kayu sedia ada. Kaedah yang dicadangkan adalah berpandukan garis panduan kerja-kerja pemuliharaan bangunan bersejarah Jabatan Warisan Negara.

Kata kunci: Pemuliharaan, struktur, kayu, baik pulih, bangunan

* Profesor Madya di Fakulti Senibina Perancangan & Ukur, UiTM Cawangan Perak, Malaysia

** Pensyarah di Fakulti Senibina Perancangan & Ukur, UiTM Cawangan Perak, Malaysia

*** Pensyarah di Fakulti Senibina Perancangan & Ukur, UiTM Cawangan Perak, Malaysia





Abstract

Madrasah Idrisiah, the first royal religious school in Perak and was built in 1917. The main building is a 2-storey wooden structure and nearly 100 years old. In 2017, with the allocation budget from the National Heritage Department of Malaysia, the main building of the Madrasah Idrisiah is being in the conserving worked. The building has a wooden structure defect such as deteriorating structure due to moisture problems, insect attack, fungal attack, and improper repair works. The conservation of timber structures involved the repair of beams, columns, shafts and roof structures. This paper presents the methods and procedures for conservation works of the main timber structures. The proposed conservation method is the minimal intervention and the main aims are to strengthen the existing timber structures. The proposed conservation methods based on historic building conservation guideline by National Heritage Department.

Keywords: Conservation, structure, timber, repair, building

* Associate Professor at Faculty of Architecture, Planning & Survey, UiTM Cawangan Perak, Malaysia

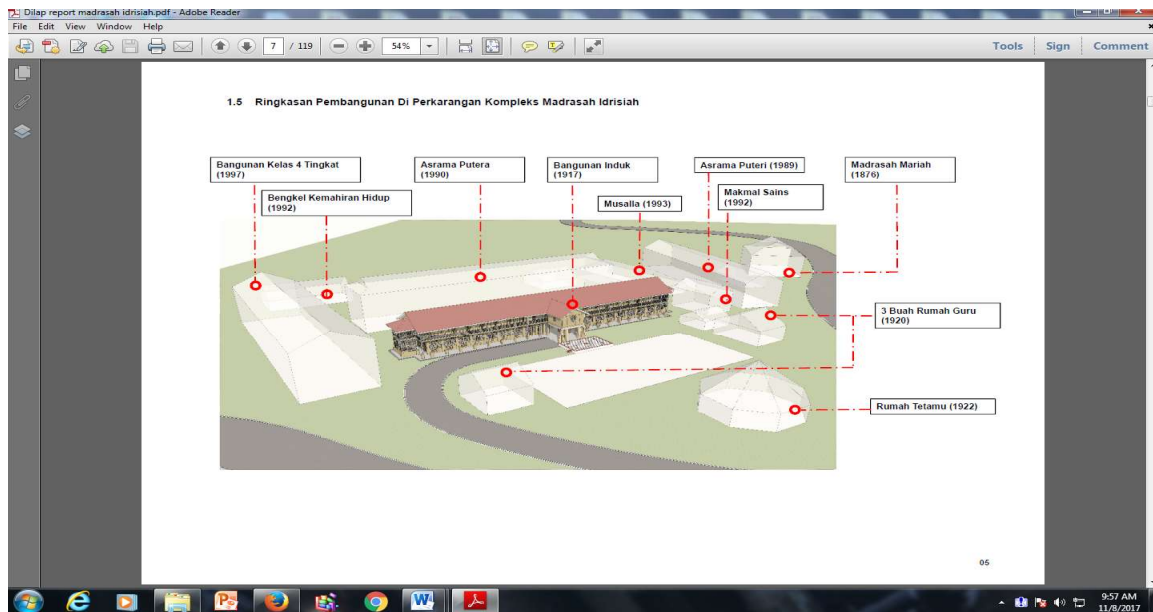
** Lecturer at Faculty of Architecture, Planning & Survey, UiTM Cawangan Perak, Malaysia

*** Lecturer at Faculty of Architecture, Planning & Survey, UiTM Cawangan Perak, Malaysia



1.0 Pengenalan

Madrasah Idrisiah merupakan sekolah agama DiRaja yang pertama di negeri Perak. Dibina pada tahun 1917 di zaman pemerintahan Sultan Iskandar Qaddasallah, anakanda kepada Sultan Idris I Mursyidul 'Adzam Shah. Bangunan dibina di atas tapak berkeluasan hampir 3 ekar dan terletak bersebelahan dengan Masjid Ubudiah, Kuala Kangsar. Bangunan utama adalah struktur kayu 2 tingkat berukuran 32 kaki x 222 kaki dengan anggaran jumlah keluasan lantai 6,796 kaki persegi. Pada kegunaan asalnya, tingkat atas bangunan digunakan sebagai ruang penginapan pelajar manakala aktiviti persekolahan dijalankan dibahagian bawah bangunan. Bangunan ini berbentuk simetri dengan beranda (corridor) disekeliling bangunan. Beranda disokong dengan tiang-tiang kayu dari tingkat bawah. Dibahagian tengah mengujur kehadapan merupakan anjung yang dijadikan pejabat sekolah. Bangunan dan tapak sekolah telah berusia hampir 100 tahun dan telah berlaku perkembangan pembinaan bangunan-bangunan tambahan disekitarnya seperti dalam lihat Rajah 1. Pembinaan bangunan tambahan ini bermula pada 1985 semasa zaman Almarhum DYMM Sultan Perak, Sultan Azlan Shah.



Rajah 1: Perkembangan Pembangunan Madrasah Idrisiah, Kuala Kangsar. (Sumber: JWN, 2016)



2.0 Pengenalan Sifat dan Kekuatan Kayu

Sifat mekanikal atau kekuatan kayu berkait rapat dengan kepadatan dan struktur anatomi sel-sel kayu (Walker, 1993). Sel-sel ini adalah binaan semulajadi yang rumit terdiri dari campuran polimer dan selulosa (*cellulose*). Struktur binaan sel-sel kayu ini memberi kekuatan semulajadi 16 kali lebih dari besi dengan jisim yang sama (Malaysian Timber Council, 2010). Binaan anatomi kayu ini juga membawa kesan kepada sifat fizikal dan kekuatan sesuatu spesis kayu. Oleh kerana itu sesuatu spesis kayu tertentu hanya bersesuaian dengan kegunaan tertentu sahaja. Ini telah dibuktikan oleh sejarah dan pengalaman tukang kayu tradisional di dalam pembinaan bangunan tradisional Melayu di mana hanya menggunakan spesis tertentu sahaja kerana ketahanannya seperti chengal (*Neobalanocarpus heimii*) merupakan spesis yang paling popular untuk pembinaan struktur rumah. Spesis chengal yang lain seperti chengal emas (*Hopea odorata*) dan chengal batu (*Hopea ferrea*) (Killmann et al., 1994). Di Malaysia, terdapat banyak spesis kayu yang mempunyai kesesuaian kekuatan untuk kerja-kerja pembinaan. Jadual 1 berikut menunjukkan jenis spesis kayu tempatan, kekuatan (*strength grade*) dan kesesuaian pembinaan.



Jadual 1: Klasifikasi Kekuatan Kayu dan Kegunaan dalam Pembinaan

(Sumber: Malaysian Timber Council, 2009, 2010)

Klasifikasi Kekuatan Kayu	SG 1	SG 2	SG 3	SG 4	SG 5	SG 6	SG 7	
Spesis Kayu Komersial Tempatan	A) Ketahanan Semulajadi							
	Balau	Belian	Bekak	Giam	Jati			
	Bitis	Mata Ulat	Delek	Melabera	Tembusu			
	Chengal	Kekatang	Keranji	Merbau				
	Penaga			Resak				
	B) Memerlukan Rawatan							
		Dedaru	Agoho	Berangan	Alan Bunga	Bayur	Ara	
		Kempas	Balau Merah	Dedali	Babai	Damar Minyak	Batai	
		Merbatu	Kelat	Derum	Balek Angin Bopeng	Durian	Geronggang	
		Mertas	Kembang Semangkok	Kapur	Bintangor	Jelutong	Laran	
			Kulim	Kasai	Brazil nut	Jenitri	Pelajau	
			Pauh Kijang	Keruntum	Gerutu	Jongkong	Pulai	
			Penyau	Mempening	Kayu Kundur	Kasah	Sesendok	
			Perah	Meransi	Kedandong	Machang	Terentang	
			Petaling	Meranti Bakau	Keledang	Medang		
			Ranggu	Merawan	Keruing	Melantai/Kawang		
			Durian Batu	Merpauh	Ketapang	Light Red Meranti		
			Tualang	Nyalin	Kungkur	Meranti Kuning		
				Perupok	Melunak	Mersawa		
				Punah	Mempisang	Terap		
				Rengas	Mengkulang			
				Simpoh	Meranti Merah			
					Meranti Putih			
					Nyatah			
					Penarahan			
					Petai			
					Ramin			
					Kayu Getah			
					Sengkuang			
					Sepetir			
	Kegunaan Dalam Binaan							
		Tiang, Rasuk, Gelegar, Alang						
	Kekuda Bumbung							
	Kasau Kecil							
	Komponen Utama Tangga							
	Papan Lantai							
	Dinding Luar							
	Dinding Dalam							
	Jenang Pintu/Tingkap							
	Daun Pintu/Tingkap							
	Perabot Dalaman							
	Meja Makmal /bengkel							
	Kumai							

*Nota: Kayu dari kumpulan berketahanan semulajadi adalah diambil dari bahagian kayu teras (*heartwood*). Kayu dari bahagian lembut (*sapwood*) perlu dirawat terlebih dahulu.





Kekuatan kayu juga berbeza bergantung dengan arah beban atau hentaman yang ditanggung. Ira kayu atau juga dikenali sebagai urat kayu, secara adatnya kayu lebih mudah terpatah atau retak selari dengan arah ira dan sebaliknya kayu lebih kuat dan bertahan jika arah beban yang ditanggung bersilang dengan arah ira. Secara asas anatomi batang pokok terbahagi kepada dua bahagian utama yang diproses menjadi kayu bergergaji di kilang iaitu *sapwood* (kayu muda/lembut) dan *heartwood* (kayu teras). Kedua-dua bahagian ini dapat dikenal pasti melalui warna yang berbeza walaupun daripada batang pokok yang sama. Masyarakat melayu telah lama menggunakan bahagian kayu teras untuk pelbagai kegunaan termasuk pembuatan kraf. Sains membuktikan bahagian teras lebih kuat dan tahan serangan berbanding kayu muda (Walker, 1993). Di dalam projek pemuliharaan Madrasah Idrisiah, konservator menyarankan supaya tidak menggunakan komponen kayu baharu yang mempunyai kombinasi kedua-dua bahagian kayu ini untuk memastikan ketahanan dan kekuatan komponen tersebut. Selain itu komponen kayu yang mempunyai pusat adalah dielakkan kerana mempunyai urat kayu yang tidak lurus dan mudah patah.

Secara umumnya, pokok amat memerlukan kehadiran air untuk memastikan tumbesaran dan jangka hayat. Tetapi setelah ditebang dan diproses menjadi kayu musuh utama kayu juga adalah air. Kayu mempunyai keupayaan menyerap air secara langsung atau menyerap lembapan dari udara. Apabila berada di dalam persekitaran udara yang kering, kayu akan melepaskan lembapan tersebut melalui penyejatan. Proses ini menjadikan kayu mengembang dan mengecut seterusnya merubah saiz kayu (Walker, 1993). Perubahan saiz ini tidak dapat dilihat dengan mata kasar tetapi cukup untuk memberi kesan kualiti kepada binaan yang menggunakan bahan ini. Selain itu agen pereputan kayu adalah pertumbuhan kulat yang juga disebabkan oleh kehadiran air pada kayu. Serangga-serangga perosak kayu seperti anai-anai, kelulut dan bubuk lebih cenderung untuk menyerang kayu pada kadar lembapan tertentu. Di dalam projek pemuliharaan bangunan Madrasah Idrisiah, pihak konservator dan kontraktor terlibat menyarankan supaya kayu baharu perlu disimpan di tempat yang kering selama dua minggu sebelum digunakan untuk kerja-kerja binaan dan baik pulih.

3.0 Pemulihan Struktur Kayu

Pemuliharaan bangunan bersejarah yang melibatkan bahan kayu khususnya struktur bangunan adalah amat penting untuk dipulihara bukan sahaja dari segi warisan tetapi dari segi teknikal dan mekanikal yang memastikan bangunan kukuh dan dapat dikekalkan untuk masa hadapan. Bagi pemuliharaan yang melibatkan struktur kayu sejarah atau warisan sudah semestinya perlu mematuhi garis panduan dan prinsip-prinsip pemuliharaan warisan. Di dalam kerja baik pulih bangunan tradisional, kayu yang hendak diganti atau diguna mestilah dari jenis dan spesies yang sama atau sepadan dengan gred dan sifat kayu asal. Begitu juga dengan kaedah pembinaan, sebaiknya menggunakan teknik dan teknologi pembinaan seperti yang asal. Ini bukan hanya untuk memastikan struktur kayu kukuh





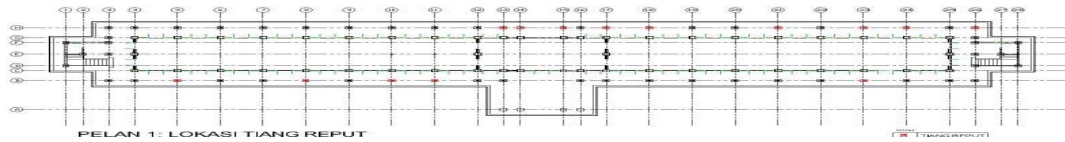
tetapi keseluruhan aktiviti membaikpulih bangunan adalah berkaitan pemuliharaan warisan. Ini sebagaimana merujuk kepada panduan International Conservation Monuments and Sites (ICOMOS) di dalam piagam *Principles for the Preservation of Historic Timber Structures* (ICOMOS, 1999). Namun sekiranya teknik tradisional terbukti sukar atau akan menimbulkan kerosakan baru pada komponen lain yang terlibat maka mana-mana teknik moden untuk pemuliharaan dan pembinaan boleh digunakan dan keberkesanan dapat ditunjukkan oleh data saintifik dan dibuktikan oleh pengalaman (Artikel 10; Piagam Venice), (ICOMOS, 1964). Perkara yang paling penting di dalam projek pemuliharaan yang melibatkan kayu adalah mendokumentasi setiap butiran kerja-kerja baik pulih sama ada penggantian baharu, penyambungan kayu, perubahan teknik pembinaan termasuk penggunaan bahan/teknologi baharu dan sumber bahan. Menurut Brown (2013), dokumentasi yang dihasilkan dalam bentuk lukisan pembinaan (*construction drawing*) menjadi dokumen sejarah yang penting untuk bangunan yang dipulihara, seterusnya boleh menjadi rujukan untuk kerja-kerja pemuliharaan pada masa hadapan.

Pelaksanaan kerja-kerja membaik pulih struktur kayu bangunan madrasah adalah berpandukan kepada Garispanduan Pemuliharaan Bangunan Bersejarah Jabatan Warisan Negara (JWN, 2015) iaitu dengan menyediakan terlebih dahulu tatacara kerja pemuliharaan. Tatacara ini menjelaskan kerosakan kayu, kaedah baik pulih dan disertakan rajah teknik pembinaan. Sebelum kerja pemuliharaan struktur kayu dimulakan, pengecaman jenis-jenis kayu mengikut komponen dibuat terlebih dahulu. Terdapat tiga jenis kayu utama digunakan iaitu kayu Merbau, Meranti Merah dan Nyatoh. Kayu Merbau digunakan untuk komponen struktur manakala Meranti Merah dan Nyatoh banyak digunakan untuk komponen pintu, tingkap dan papn lantai.

3.1 Membaikpulih Tiang dengan Kaedah Potong dan Sambung

Sebanyak 11 tiang dikenalpasti mempunyai masalah pereputan pada bahagian sambungan pada batu alas (lihat Rajah 2). Punca pereputan adalah disebabkan oleh kelembapan dan serangan serangga perosak. Puting kayu yang menyambung tiang dan batu alas telah reput dan hilang. Kesan reput ini menyebabkan tiang menjadi senget dan tidak stabil untuk menampung gelegar dan rasuk pada beranda tingkat atas.





PELAN 1: LOKASI TIANG REPUT

(a) Lokasi tiang reput



(b)



(c)

Rajah 2: (b) Kecacatan kayu disebabkan pereputan. (c) Gambar kanan; tiang kayu telah peroi akibat serangan serangga dan sebelahnya, kayu baharu yang akan diganti.

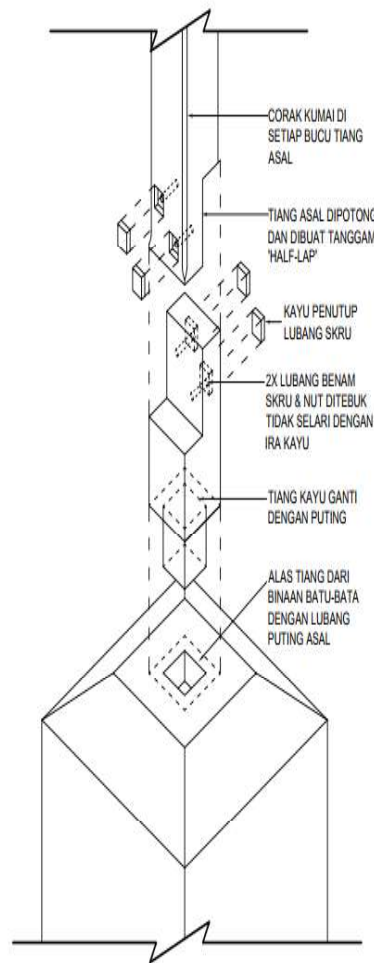




Bagi mengenalpasti tahap kerosakan kayu, penyiasatan kekuatan kayu dilakukan terlebih dahulu. Pereputan pada tiang boleh di kesan secara kasar dengan menggunakan teknik ketukan dan mengesan melalui bunyi lompong dan padu. Bunyi lompong memberi tanda (*symptoms*) kayu telah reput dan berongga. Bahagian tiang yang reput ini dipotong secara berperingkat (lebih kurang 4") dari bahagian bawah sehingga mencapai keratan kayu yang berkeadaan baik sepenuhnya. Tiang yang reput di potong dan diganti dengan tiang baharu yang mempunyai sama kekuatan dan saiz serta perlu cukup kering dan bebas dari kecacatan kayu seperti retak dan pular. Komponen tiang kayu yang baharu juga perlu sama atau sepadan dengan spesies kayu asal atau setidaknya dengan kayu keras yang paling hampir dari segi sifat mekanikalnya. Kayu tiang bangunan madrasah ialah jenis kayu Merbau (SG4) iaitu spesies kayu keras.

Penyambungan antara tiang kayu asal dan tiang kayu baharu menggunakan teknik tanggam '*half-lap*' dan diikat menggunakan skru dan *nut*, lihat Rajah 3. Lubang skru perlu ditebuk tidak selari dengan ira kayu (serong) untuk mengelakkan tiang terbelah. Sambungan skru dan *nut* jenis sorok dan di tampal dengan kayu yang sama spesies dengan tiang baharu. Elemen ukiran seperti kumai (*profile*) pada kayu baharu dipotong sama seperti kayu lama. Ini bagi mendapatkan kesepadanan reka bentuk dengan tiang asal. Peringkat terakhir, setelah gam tampalan kering, permukaan tampalan diperkemas dengan mengetam dan meratakan permukaan kayu. Bahagian di antara kayu dan batu alas akan dimasukkan dengan gam yang sesuai bagi mengelak penyerapan air pada masa hadapan.





CADANGAN PENGGANTIAN TIANG DIKENALPASTI SEPANJANG GRID B & H

(a)





(b)



(c)

Rajah 3: (a) Kaedah penyambungan tiang menggunakan teknik tanggam 'half-lap'. (b) Penyokong sementara *steel prop* dipasang bertujuan untuk menyokong kawasan tiang bermasalah dengan memindahkan beban semasa kerja-kerja pemuliharaan tiang. (c) Tiang yang telah dibaikpulih.

3.2 Peneguhan Kecacatan pada Kayu Rasuk

Selain kecacatan yang berpunca daripada kelembapan, serangan serangga, masalah keusangan kayu dan kemerosot daya tahan, terdapat juga kecacatan kayu disebabkan faktor semulajadi atau sifat kayu yang tidak sempurna seperti masalah rekahan dari pusat (*wood knots*) atau pusat kayu, ira berpintal, kayu berongga dan kayu berbuku. Kayu yang mengalami kecacatan semulajadi sebaiknya tidak digunakan untuk kerja-kerja pembinaan. Terdapat satu





rasuk pada bangunan madrasah mengalami kecacatan semulajadi berpunca daripada rekahan puser. Sebahagian kayu rasuk ini perlu dipulihara bagi memastikan kayu tidak melendut dan tidak mempunyai daya tahan untuk menanggung beban dari lantai.



(a)



(b)

Rajah 4 (a): (a) Rasuk nombor 18 mengalami rekahan yang berpunca daripada puser kayu (*wood knots*). Terdapat dua puser dan rekahan yang bersambung lama kelamaan boleh menyebabkan kayu melendut dan rasuk patah. (b) Contoh puser kayu.

Sumber: (<https://www.woodworkingnetwork.com/best-practices-guide>, 2017)

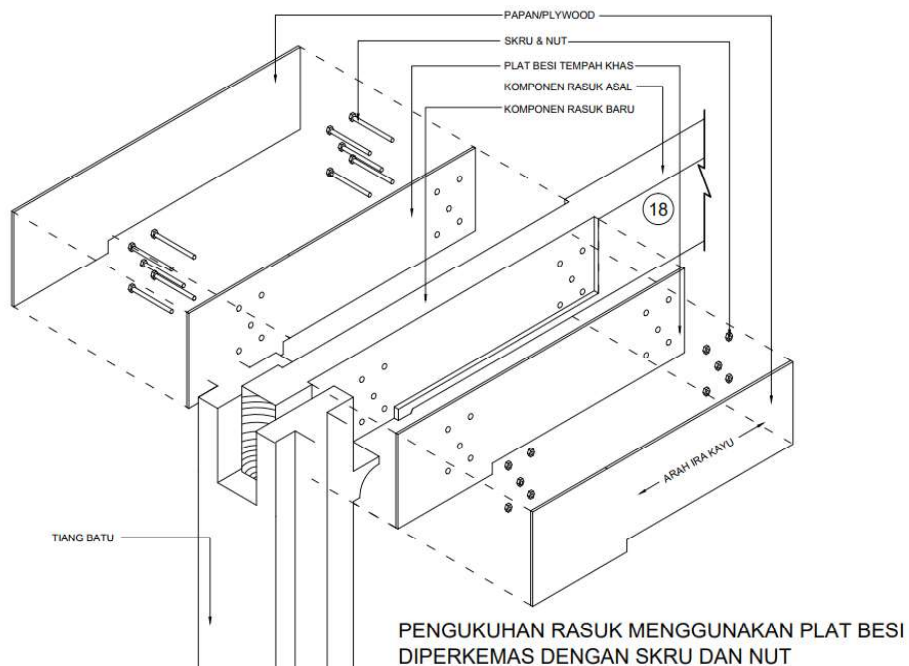
Kaedah pemuliharaan yang dicadangkan adalah melurus dan menaikkan rasuk 18 dengan kaedah pemasangan plat besi. Kaedah ini bertujuan mengukuhkan struktur lantai tingkat atas. Bagi tujuan keselamatan dan pengukuhan struktur, tupang (penyokong) sementara dipasang bagi memindahkan beban bangunan ke struktur sokongan berdekatan. Rasuk 18 yang melendut dinaikkan ke kedudukan asal secara perlahan-lahan menggunakan alat penolak (*jack*) tanpa merosakkan komponen berhampiran. Rasuk 18 kemudian ditupang sementara kerja pemasangan plat besi selesai. Pemasangan plat besi pada rasuk 18 (rujuk Rajah 4).

Permukaan kayu rasuk dikorek sedikit mengikut bentuk plat yang akan dipasang. Lebar dan panjang plat besi mesti melebihi kawasan yang bermasalah. Lubang ditebuk tembus pada rasuk perpadanan dengan lubang pada plat yang ditempah. Lubang sambungan tersebut dielak dari terkena bahagian kritikal (rekahan dan puser). Bentuk dan ketebalan plat serta saiz skru adalah mengikut saranan jurutera. Plat besi sebolehnya terletak di atas tiang batu-bata untuk membantu memindahkan beban secara terus pada tiang tersebut. Setelah pemasangan plat besi, papan lapis (*plywood*) yang dipotong mengikut bentuk yang sama digunakan untuk





menutup permukaan sambungan yang terdedah. Arah ira kayu pada papan *plywood* perlu mengikut arah ira kayu rasuk asal. Tampalan *plywood* diperkemas dengan gam kayu atau *putty/filler* sebelum disapu kemas cadangan.



Rajah 5: Kaedah pengukuhan rasuk kayu tanpa pemotongan. Rasuk diteguhkan dengan plat besi dan hujung kayu yang telah dikapit dengan plat diletak atas tiang bata bagi tujuan memindahkan beban.





4.0 Rumusan dan Perbincangan

Setiap spesies kayu dibezakan oleh sifat-sifat yang khas. Pengetahuan ini adalah pra syarat yang diperlukan untuk bekerja dengan bahan ini supaya dapat membuat keputusan tepat ke atas cadangan baik pulih (*repair works*). Kayu yang telah siap dikerjakan atau dibaik pulih boleh bertindak balas. Ini membolehkan kita dapat mendiagnos kesilapan proses yang telah dibuat dan kayu juga akan memberi kesan ketara sekiranya ia tidak dirawat dengan betul. Ini terjadi berkemungkinan disebabkan oleh kelalaian semasa kerja dan kekurangan ilmu tentang kayu (Zwerger, 2012).

Bagi mengenalpasti kerosakan kayu, ia bukan hanya dari segi melihat kecacatan dan *simpton* luaran sahaja tetapi memerlukan kepada penyiasatan ke atas sifat bahan tersebut. Ketiadaan diagnosis kecacatan kayu dan kekurangan ilmu kayu antara yang dikenalpasti di dalam projek pemuliharaan madrasah. Walau bagaimanapun melalui prosidur rekod dan dokumentasi sebelum kerja kayu bermula, Konservator Bangunan terlebih dahulu menjalankan penyiasatan kekuatan dan profil sifat kayu. Kaedah ketukan pada kayu dapat mengenalpasti jarak atau panjang bahagian kayu yang masih padu (lihat Rajah 6). Melalui teknik ini, kaedah pemuliharaan asal iaitu penggantian tiang yang rosak (seperti kes 3.1) telah ditukar kepada kaedah potong dan sambung. Kaedah ini lebih menyelamatkan tiang bangunan asal dan secara tidak langsung memenuhi prinsip pemuliharaan bangunan bersejarah iaitu penggantian bahan baharu yang lebih minima berbanding penggantian sepenuhnya.



Rajah 6: Gambar menunjukkan konservator membuat ujian ketukan bagi mengenalpasti kepaduan kayu. Sekiranya berbunyi lompang, menunjukkan bahagian tersebut tidak padu dan mungkin terdapat rongga atau pereputan dalaman.





Pengetahuan berkenaan sifat kayu amatlah penting di dalam projek pemuliharaan bangunan bersejarah. Merujuk kepada amalan pemuliharaan antarabangsa, struktur kayu pada bangunan bersejarah disebut sebagai struktur kayu bersejarah (*historic timber structure*). Ini menunjukkan struktur kayu termasuklah kerja binaan atau pertukangan dan tukang yang membina adalah sebahagian daripada warisan bangunan (Larsen dan Marstein, 2000)). Oleh itu setiap projek pemuliharaan yang melibatkan bangunan kayu dan kerja kayu sebaiknya merujuk kepada panduan-panduan khusus yang berkaitan pemuliharaan kayu. Pengetahuan berkenaan kayu ini termasuklah jenis dan sifat kayu iaitu warna, kepadatan, saiz dan bau kayu. Kekuatan dan kesepadanan jenis kayu untuk kerja binaan juga amat penting diketahui. Ini bagi memastikan kerja baik pulih seperti penyambungan kayu lama dan baharu bukan hanya mendapat kesepadanan tekstur tetapi yang paling penting adalah ketahanan dan kekukuhan berterusan selepas dipulihara. Selain itu, mengenalpasti kecacatan dan punca kerosakan juga adalah sebahagian daripada panduan penting di dalam pemuliharaan kayu dan seterusnya adalah teknik memulihara dan merawat bangunan kayu.

5.0 Kesimpulan

Projek pemuliharaan ini memberi sumbangan dan pengalaman yang penting kepada konservator bangunan khususnya dalam menangani isu-isu berkaitan kerosakan kayu yang terselindung dan membuat keputusan yang terbaik bagi mengekalkan semaksima yang boleh kayu yang sedia ada. Kaedah dan teknik baik pulih struktur kayu bersejarah di dalam projek ini boleh menjadi rujukan untuk mana-mana projek pemuliharaan bangunan yang berkaitan dengan kerja baik pulih struktur kayu. Teknik memulihara dilakarkan dalam lukisan binaan dan proses kerja diperjelaskan dengan terperinci. Adalah diharap pada masa hadapan, kerja-kerja pemuliharaan bangunan bersejarah di Malaysia khususnya yang melibatkan bangunan kayu dapat mempunyai satu panduan khas untuk pemuliharaan struktur kayu bersejarah.

6.0 Penghargaan

Penyelidikan ini merupakan sebahagian daripada skop perundingan khidmat kepakaran Konservator Bangunan bagi projek Pemuliharaan Bangunan Utama Madrasah Idrisiah, Bukit Chandan, Kuala Kangsar, Perak. Pihak penyelidik mengucapkan terima kasih kepada Jabatan Warisan Negara dan kontraktor di atas peruntukan kewangan bagi penyelidikan ini.





Rujukan

- Brown, A. (2013). *The Genius of Japanese Carpentry*. Hong Kong: Tuttle Publishing.
- ICOMOS (1964). International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (*The Venice Charter*). Dimuat turun daripada. http://www.international.icomos.org/e_charte.htm
- ICOMOS (1999). *Principles for the Preservation of Historic Timber Structures*. Dimuat turun daripada. http://www.international.icomos.org/e_charte.htm
- Jabatan Warisan Negara, (2015). *Garis panduan Pemuliharaan Bangunan Bersejarah*, Kuala Lumpur: JWN
- Jabatan Warisan Negara. (2016). Laporan Kajian Dilapidasi Madrasah Idrisiah, Bukit Chandan, Kuala Kangsar, Perak, Jabatan Warisan Negara, tidak diterbitkan
- Killman, W., Sickinger, T., & Thong, H.L. (1994). *Restoring & Construction The Malay Timber House*. Kuala Lumpur: Forest Research Institute.
- Larsen, K.E. dan Marstein, N. (2000) *Conservation of Historic Timber Structures: An Ecological Approach*. Oxford: Butterworth-Heinemann
- Malaysian Timber Council (2009). *Architectural Use of Timber in Malaysia*, Kuala Lumpur: MTC
- Malaysian Timber Council (2010). *On Site Identification of Some Common Timbers Used in Malaysia*, Kuala Lumpur: MTC
- Walker, J. (1993). *Primary Wood Processing*. London: Chapman & Hall.
- Wood Defects. Dimuat turun daripada <https://www.woodworkingnetwork.com/best-practices-guide>, 10 November 2017.
- Zwenger, K. (2012). *Wood and Wood Joints*. Berlin: Berkhauser

